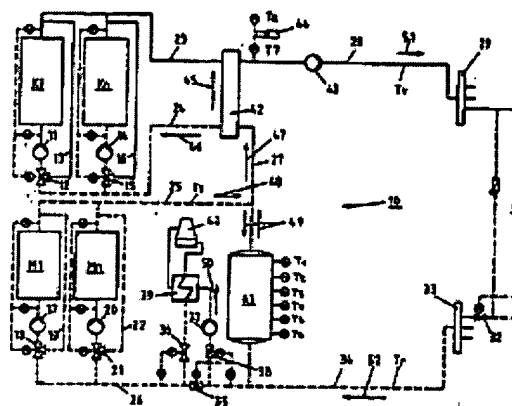


Block-heating power station to generate electricity and supply heat to one or more heat-consumer units**Patent number:** DE19602330**Publication date:** 1997-06-26**Inventor:** ROEBER EDELTRAUD (DE); HESSE HEINZ (DE); ROSENAU BERND (DE); GROS DIETER**Applicant:** MEYER FA RUD OTTO (DE)**Classification:****- international:** F01K13/00; F01K27/02; F02G5/04; F02C6/18; F02B63/04**- european:** F01K17/02; F02G5/04**Application number:** DE19961002330 19960124**Priority number(s):** DE19961002330 19960124**Abstract of DE19602330**

The power station (10) has one or more modules (M1...Mn) generating electricity and supplying heat, together with one or more peak-load boilers (K1...Kn) and regulating accumulators (41). The accumulators provide buffer storage for surplus heat and regulating the heat flow. The electricity-generating module and the accumulator are connected hydraulically in parallel to form a heat-generating circuit. The accumulator is connected in parallel or series with the consumer unit, forming with it a consumer circuit, which is hydraulically uncoupled from the heat-generating circuit by the accumulator. For hydraulic uncoupling of the peak-load boiler from the rest of the system it can be connected in parallel or in-series with the heat-generation and consumer circuits by an hydraulic changeover unit (42). First and second regulating accumulators can be provided respectively in the heat-generating and consumer circuits. The medium flow direction in the first accumulator can be from top to bottom, and in the second from bottom to top.



THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 196 02 330 C 1**

⑤ Int. Cl. 6:
F 01 K 13/00
F 01 K 27/02
F 02 G 5/04
F 02 C 6/18
// F 02B 63/04

⑳ Aktenzeichen: 196 02 330.0-22
㉑ Anmeldetag: 24. 1. 96
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 26. 6. 97

DE 196 02 330 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:

Fa. Rud. Otto Meyer, 22047 Hamburg, DE

㉕ Vertreter:

Richter & Kollegen, 20354 Hamburg

㉖ Erfinder:

Röber, Edeltraud, 22047 Hamburg, DE; Hesse, Heinz,
22149 Hamburg, DE; Rosenau, Bernd, 40721 Hilden,
DE; Groß, Dieter, 24253 Passade, DE

㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 1 95 04 205 A1

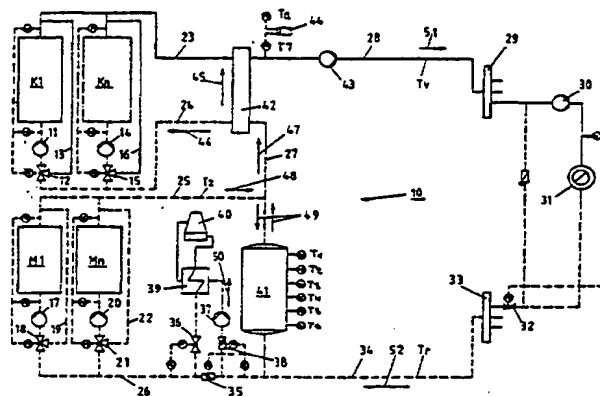
DE 41 11 298 A1

DE-Z.: BHKW-Zentrum der Stadtwärme Velten. In:
TAB 9/95, S.31-43;

HEIN, K.: Betriebserfahrungen mit einer
Mehrmotoren-BHKW-Anlage zur Beheizung eines
Hallenbades. In: VDI-Berichte Nr.287, 1977, S.25-30;

㉘ Blockheizkraftwerk sowie Verfahren zu dessen Betrieb

㉙ Bei einem Blockheizkraftwerk (10) zur wahlweisen Erzeugung von Strom und Abgabe von Wärme an einen oder mehrere Wärmeverbraucher (31), welche an das Blockheizkraftwerk (10) angeschlossen sind, und welches Blockheizkraftwerk (10) wenigstens ein Wärme abgebendes Stromerzeugungsmodul (M1...Mn) und wenigstens einen Spitzenlastkessel (K1...Kn) sowie einen Regelspeicher (41) zur Zwischenspeicherung überschüssiger Wärme und Regelung des Wärmeflusses umfaßt, wobei das wenigstens eine Stromerzeugungsmodul (M1...Mn) dem Regelspeicher (41) hydraulisch parallel geschaltet ist und mit ihm zusammen einen Wärmeerzeugerkreis bildet, und wobei der Regelspeicher (41) mit dem oder den Wärmeverbraucher(n) (31) hydraulisch in Reihe oder parallel geschaltet ist und mit ihm zusammen einen Wärmeverbraucherkreis bildet, welcher durch den Regelspeicher (41) vom Wärmeerzeugerkreis hydraulisch entkoppelt ist, wird ein problemloser und sicherer Betrieb in allen Betriebsarten dadurch erreicht, daß der wenigstens eine Spitzenlastkessel (K1...Kn) so in die beiden Kreise eingebunden ist, daß er seinerseits vom übrigen System des Blockheizkraftwerks hydraulisch entkoppelt ist.



DE 196 02 330 C 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Energieversorgung. Sie betrifft ein Blockheizkraftwerk (BHKW) zur wahlweisen Erzeugung von Strom und Abgabe von Wärme an einen oder mehrere Wärmeverbraucher, welche an das Blockheizkraftwerk angeschlossen sind, welches Blockheizkraftwerk wenigstens ein Wärme abgebendes Stromerzeugungsmodul und wenigstens einen Spitzenlastkessel sowie wenigstens einen Regelspeicher zur Zwischenspeicherung überschüssiger Wärme und Regelung des Wärmeflusses umfaßt, wobei das wenigstens eine Stromerzeugungsmodul dem Regelspeicher hydraulisch parallel geschaltet ist und mit ihm zusammen einen Wärmeerzeugerkreis bildet, und wobei der Regelspeicher mit dem oder den Wärmeverbraucher(n) hydraulisch parallel oder in Reihe geschaltet ist und mit ihm zusammen einen Wärmeverbraucherkreis bildet, welcher durch den Regelspeicher vom Wärmeerzeugerkreis hydraulisch entkoppelt ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Blockheizkraftwerkes.

Aus der DE-Z "TAB", BHKW-Zentrum der Stadt Velden ist eine aus mehreren BHKW-Modulen bestehende dieselbetriebene BHKW-Anlage bekannt. Diese dient vornehmlich zur Heizung von Wohngebäuden und zur Brauchwassererwärmung, wobei die Betriebsweise so umweltfreundlich wie möglich und mit hohem energetischen Wirkungsgrad verbunden sein soll. Um eine optimale Betriebsweise der Abgaswärmetauscher zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß spezielle Temperaturgrenzen für das Abgas und für das Heizwasser nicht unterschritten werden. Hierfür wurde eine spezielle Schaltung des Heizwasserkreises und ein spezielles An- und Abfahrprotokoll konzipiert. Hierbei ist vorgesehen, daß ein einen Abgaswärmetauscher aufweisender Abhitzeesselkreis vom Heizkreisnetz getrennt und auf einem höheren Temperaturniveau gefahren wird.

Aus der DE 41 11 298 A1 ist es bekannt, bei einem Kleinkraftwerk, das in Wärme-Kraft-Kopplung geschaltet ist und einen parallelen Gebläsebrenner aufweist, zur optimalen Ausnutzung der Wärme einen Mehrzweckwärmetauscher vorzusehen, der eine als Kühler für das Kleinkraftwerk dienende Wärmetauscherbatterie, eine Brennkammer und eine Abgaseinströmkammer beinhaltet. Hierdurch wird erreicht, daß vom Wärmetauscher die Kühlerfunktion mit übernommen wird und daß durch die Vereinigung von Kühler, Abgaseinströmkammer und Heizkessel die erforderlichen Rohrleitungen, die Oberflächen der Wärmeabstrahlung und die Installationskosten auf ein Minimum reduziert wird.

Ein BHKW umfaßt in der Regel eine Mehrzahl von Stromerzeugungsmodulen (Gasturbinen, Dieselaggregaten o. dgl. mit entsprechenden Generatoren), deren Abwärme an einen (oder mehrere) Abnehmer oder Wärmeverbraucher als Nutzwärme abgegeben wird. Da die Stromerzeugung und der Wärmebedarf der Abnehmer nicht immer miteinander in wünschenswerter Weise korreliert sind, ist es notwendig, für über längere Zeit erhöhten Wärmebedarf einen oder mehrere Spitzenlastkessel vorzusehen, in denen die von der Stromerzeugung her fehlende Wärme separat erzeugt wird. Andererseits kann bei über längere Zeit verringertem Wärmebedarf eine Notkühleinrichtung zugeschaltet werden, welche die bei der Stromerzeugung anfallende überschüssige Wärme sicher an die Umwelt abgibt. Ein solches BHKW ist aus der DE-Z "VDI-Berichte" Nr. 287,

1977, Hein, K.: "Betriebserfahrungen mit einer Mehrmotoren-BHKW-Anlage zur Beheizung eines Hallenbades" grundsätzlich bekannt.

Für kürzere zeitliche Schwankungen von Wärmeangebot und -nachfrage ist ein spezieller Regelspeicher vorgesehen, der überschüssige Wärme aus den Stromerzeugungsmodulen aufnehmen und bei Bedarf an die Wärmeverbraucher abgeben kann. Die Wirkungsweise und Steuerung eines derartigen Regelspeichers ist in der älteren nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung 195 04 205.0 beschrieben, auf die hier ausdrücklich Bezug genommen wird.

Für den Betrieb des BHKW ist eine Folgeschaltung erforderlich. Eine derartige BHKW-Folgeschaltung muß sicherstellen, daß die Wärme, die bei der Stromerzeugung anfällt, entweder den Verbrauchern zugeführt, im Regelspeicher gespeichert, oder gegebenenfalls über eine Notkühleinrichtung an die Umwelt abgeführt wird. Eine Stromerzeugung ohne Abführung der anfallenden Wärmeenergie ist nicht möglich und für die Stromerzeugungsmodule des BHKW betriebsschädlich.

Bei BHKW-Anlagen werden zwei wesentliche Betriebsarten unterschieden, nämlich (a) der stromgeführte Betrieb und (b) der wärmegeführte Betrieb. Beim stromgeführten Betrieb muß die Folgeschaltung sicherstellen, daß die einzelnen BHKW-Stromerzeugungsmodule — so wie es der Strombezug fordert — an- oder abgewählt werden können. Die hierbei anfallende Wärme ist den Wärmeverbrauchern zuzuführen, bzw., wenn sie dort nicht abgenommen werden kann, in den Regelspeicher einzuspeichern. Ist dies auch nicht möglich — z. B. wenn der Regelspeicher gefüllt ist —, ist die Wärme über die Notkühleinrichtung an die Atmosphäre abzugeben.

Beim wärmegeführten Betrieb muß die Folgeschaltung dafür sorgen, daß die einzelnen Stromerzeugungsmodule — so wie es der Wärmebedarf der Wärmeverbraucher erfordert — an- oder abgewählt werden können. Kann der Wärmebedarf von der Abwärme der Module nicht gedeckt werden, müssen über die Folgeschaltung Spitzenlastkessel zugeschaltet werden. Zu diesem Zweck wird der Regelspeicher eingesetzt, der je nach Füllgrad über Impulse signalisiert, ob es erforderlich ist, Module und/oder Spitzenlastkessel an- oder abzuwählen. Der Regelspeicher wird dabei immer von oben nach unten geladen. Bei annähernd aufgeladenem Regelspeicher signalisieren Fühler aus der unteren Meßebe des Speichers das Abschalten und aus der oberen Meßebe heraus das Zuschalten von BHKW-Modulen und/oder Spitzenlastkesseln.

Die Nachteile dieser bisherigen hydraulischen Einbindung des Regelspeichers bestehen im wesentlichen in den beiden folgenden Punkten:

— Der Regelspeicher dient neben seiner Funktion als Speicher und Regelorgan gleichzeitig der Entkopplung des hydraulischen Erzeuger- und Verbrauchernetzes. Zu diesem Zweck ist es erforderlich, neben den BHKW-Modulen auch die Spitzenlastkessel auf den Regelspeicher zu "fahren". Der Speicher kann hierbei in Abhängigkeit von den Leistungsverhältnissen BHKW-Module/Spitzenlastkessel sehr schnell "überfahren" werden, da die Leistung der Spitzenlastkessel häufig ein Vielfaches der thermischen Leistung der Module aufweist. Es kann auf diese Weise zu Regelstörungen des gesamten hydraulischen Systems kommen mit der Folge einer nicht gewünschten Abschaltung von

BHKW-Modulen.

— Wegen der parallelen Einbindung von Modulen und Spitzenlastkesseln kann nur ein Temperaturniveau "gefahren" werden.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein BHKW so weiterzuentwickeln, daß die aufgezeigten Nachteile sicher vermieden werden, sowie ein Verfahren zum Betrieb eines solchen BHKWs anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst.

Hierbei ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der wenigstens eine Spitzenlastkessel so in die beiden Kreise eingebunden ist, daß er seinerseits vom übrigen System des Blockheizkraftwerks hydraulisch entkoppelt ist. Durch die hydraulische Entkopplung der Spitzenlastkessel wird ein "Überfahren" des Regelspeichers sicher vermieden und eine Temperaturerhöhung durch Nachschalten der Spitzenlastkessel hinter die Module ermöglicht.

Bei einer ersten Ausführungsform wird die insgesamt ausgekoppelte Wärmemenge in einem 1-Kreissystem auf einem konstanten Temperaturniveau von z. B. 90°C zur Nutzung in wärmetechnischen Anlagen gehalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß der bzw. die Wärmeverbraucher 31 über eine erste Vorlaufleitung 28 und eine erste Rücklaufleitung 34 mit dem Blockheizkraftwerk 10 verbunden ist bzw. sind, daß das wenigstens eine Stromerzeugungsmodul M1 ... Mn über eine zweite Vorlaufleitung 25 und eine zweite Rücklaufleitung 26 mit dem Regelspeicher 41 verbunden ist, daß die zweite Rücklaufleitung 26 an die erste Rücklaufleitung 34 angeschlossen ist, daß der wenigstens eine Spitzenlastkessel K1 ... Kn über eine dritte Vorlaufleitung 23 an die erste Vorlaufleitung 28 und über eine dritte Rücklaufleitung 24 an die zweite Vorlaufleitung 25 angeschlossen ist, und daß zwischen der dritten Vorlaufleitung 23 und der dritten Rücklaufleitung 24 eine hydraulische Weiche 42 zur hydraulischen Entkopplung des wenigstens einen Spitzenlastkessels K1 ... Kn vom übrigen System angeordnet ist. Hierbei erfolgt die Auskopplung der Wärme von den Wärmeerzeugern, z. B. der Verbrennungskraftmaschine auf zwei unterschiedlichen Temperaturniveaus, und zwar einmal in der Regel bei Temperaturen größer 100°C und einmal bis maximal 70°C.

Das Hochtemperaturniveau wird im Winter genutzt u. a. für Heizzwecke und im Sommer ferner zur Kälteerzeugung mittels Absorptionskältemaschine. Bei einem aufgeladenen Gasverbrennungsmotor wird der Niedertemperaturkreislauf versorgt von den hintereinander geschalteten Wärmeübertragern für die Brennstoff-/Luftgemisch- und/oder Ölkühlung. Der Hochtemperaturkreislauf wird andererseits versorgt von den hintereinander geschalteten Wärmeübertragern für die Kühlwasser- und die Abgaswärmeabfuhr. Hierbei beträgt die Wärmeleistung mit dem Hochtemperaturniveau ca. 85% der insgesamt ausgekoppelten Wärmeleistung. Das 2-Kreissystem erhält je Kreislauf eine Speichereinrichtung, die beide so eingebunden werden, daß ein "Überfahren" der Regelspeicher sicher vermieden wird.

Sollte sowohl im Winter — als auch im Sommerbetrieb dem Hochtemperaturkreis zu wenig Wärme entnommen werden — dies gilt insbesondere für den Sommerbetrieb — muß die Wärme anderen Verbrauchern zugeführt werden. Auf keinen Fall darf die Rücklauf-temperatur am Eintritt in das oder die BHKW-Module > 70°C betragen. Ein Teil des Rücklaufmassenstroms,

der nicht in dem BHKW-Modul benötigt wird, durchströmt dann den Niedertemperatur- und Hochtemperaturspeicher hintereinander, und der Wärmeinhalt im Hochtemperaturspeicher wird über die hydraulische Weiche dem Fernheizvorlauf zugeführt.

Die Hochtemperatur- und Niedertemperaturspeicher dienen sowohl der Wärmespeicherung als auch der Nutzung als hydraulische Weiche zur Entkopplung des BHKW-Kreises von den Verbraucherkreisen. Der Hochtemperaturspeicher übernimmt hierbei zusätzlich die Aufgabe der An- und Abschaltung von BHKW-Modulen in Abhängigkeit der jeweiligen Last.

Bei dem 2-Kreissystem im Bereich der Wärmeauskopplung- und -speicherung sind keine zusätzlichen Regel- und/oder Umschaltorgane zur Lenkung der Wasserströme erforderlich. Selbsttätig ergeben sich bei allen Betriebsfällen die erforderlichen Massenströme.

Wird Netzersatz und Notstrombetrieb gefordert, ist im Hochtemperaturkreis zusätzlich eine Notkühleinrichtung vorzusehen, die die überschüssige Wärme unverzüglich an die Außenluft oder sonstige Verbraucher mit niedrigem Temperaturniveau überträgt.

Soll die Wärme in dem Niedertemperaturkreislauf ausschließlich für Trinkwassererwärmungsanlagen genutzt werden, sind hydraulisch zwei getrennte Heizkreise vorzusehen. Zur Lenkung der Wasserströme sind Umschaltorgane erforderlich. Hiermit ist ein zusätzlicher regeltechnischer Aufwand notwendig, um z. B. bei nicht ausreichendem Wärmeangebot für die Trinkwassererwärmungsanlage zusätzlich Energie aus dem Hochtemperaturkreislauf zu nutzen.

Eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen BHKW zeichnet sich dadurch aus, daß der bzw. die Wärmeverbraucher über eine erste Vorlaufleitung und eine erste Rücklaufleitung mit dem Blockheizkraftwerk verbunden ist bzw. sind, daß das wenigstens eine Stromerzeugungsmodul über eine zweite Vorlaufleitung und eine zweite Rücklaufleitung mit dem Regelspeicher verbunden ist, daß die zweite Rücklaufleitung an die erste Rücklaufleitung angeschlossen ist, daß der wenigstens eine Spitzenlastkessel über eine dritte Vorlaufleitung an die erste Vorlaufleitung und über eine dritte Rücklaufleitung an die zweite Vorlaufleitung angeschlossen ist, und daß zwischen der dritten Vorlaufleitung und der dritten Rücklaufleitung eine hydraulische Weiche zur hydraulischen Entkopplung des wenigstens einen Spitzenlastkessels vom übrigen System angeordnet ist. Hierdurch wird auf einfache Weise eine Entkopplung der Spitzenlastkessel im Sinne der Erfindung erreicht.

Die im stromgeführten Betrieb erzeugte Überschusswärme läßt sich leicht unschädlich machen, wenn gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des BHKW nach der Erfindung im Wärmeerzeugerkreis zur Abführung überschüssiger Wärme eine Notkühleinrichtung vorgesehen ist, und die Notkühleinrichtung wahlweise zwischen dem wenigstens einen Stromerzeugungsmodul und dem Regelspeicher in die zweite Rücklaufleitung eingeschaltet werden kann.

Das erfindungsgemäße Betriebsverfahren zeichnet sich dadurch aus, daß im wärmegeführten Betrieb bei einer Wärmeabgabe an den Wärmeverbraucher mit einer konstanten ersten Vorlauftemperatur

a) die von den Stromerzeugungsmodulen erzeugte Wärme direkt an den Wärmeverbraucher abgegeben wird, wenn die Wärmeleistung der Stromerzeugungsmodule gleich der Verbrauchsleistung des

Wärmeverbrauchers ist;

b) die von den Stromerzeugungsmodulen erzeugte Wärme teilweise an den Wärmeverbraucher abgegeben und teilweise zur Aufladung des Regelspeichers verwendet wird, wenn die Wärmeleistung der Stromerzeugungsmodule größer als die Verbrauchsleistung des Wärmeverbrauchers ist; und
c) zusätzlich zu der von den Stromerzeugungsmodulen erzeugten Wärme zunächst Wärme aus dem Regelspeicher entnommen und an den Wärmeverbraucher abgegeben wird, und nach Entleerung des Regelspeichers sukzessive Spitzenlastkessel in Reihe zugeschaltet werden, wenn die Wärmeleistung der Stromerzeugungsmodule kleiner als die Verbrauchsleistung des Wärmeverbrauchers ist.

Eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß zum Erreichen einer zweiten Vorlauftemperatur, welche größer ist als die erste Vorlauftemperatur, den Stromerzeugungsmodulen zwecks Temperaturerhöhung Spitzenlastkessel nachgeschaltet werden. Hierdurch lassen sich Vorlauftemperaturen erreichen, die gegenüber den Stromerzeugungsmodulen deutlich erhöht sind.

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 das hydraulische Schema für ein erstes Ausführungsbeispiel eines BHKW nach der Erfindung mit mehreren Stromerzeugungsmodulen, Spitzenlastkesseln, einem Regelspeicher und einer Notkühleinrichtung,

Fig. 2 das hydraulische Schema für ein zweites Ausführungsbeispiel eines BHKW mit zwei Kreisen zur Wärmeauskopplung, und

Fig. 3 das hydraulische Schema für ein drittes Ausführungsbeispiel eines BHKW, bei dem zwei hydraulisch getrennte Heizkreise vorgesehen sind.

In Fig. 1 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines BHKW nach der Erfindung mit seinem hydraulischen Schema wiedergegeben. Das Blockheizkraftwerk 10 umfaßt eine Mehrzahl von hydraulisch parallel geschalteten Stromerzeugungsmodulen M1 ... Mn, eine Mehrzahl von hydraulisch parallel geschalteten Spitzenlastkesseln K1 ... Kn, einen von oben be- und entladbaren Regelspeicher 41 mit einer Mehrzahl von Temperatursensoren TC, die entsprechenden Beladungsniveaus T1 ... T6 zugeordnet sind, und eine Notkühleinrichtung mit einer Pumpe 37, einem Wärmetauscher 39 und einer Kühlvorrichtung 40. Das Blockheizkraftwerk 10 ist über eine erste Vorlaufleitung 28 mit einer Verteilleitung 29 und über eine erste Rücklaufleitung 34 mit einer Sammelleitung 33 verbunden. An die Verteilleitung 29 und Sammelleitung 33 können ein oder mehrere Wärmeverbraucher 31 angeschlossen sein, welche üblicherweise mit einer separaten Pumpe 30 ausgestattet sind und über ein temperaturgesteuertes Regelventil 32 geregelt werden. Das erwärmte Wasser wird mit einer Vorlauftemperatur TV aus dem BHKW 10 über die erste Vorlaufleitung 28 mittels einer Pumpe 43 zum Wärmeverbraucher 31 transportiert (Strömungsrichtung 51) und fließt über die erste Rücklaufleitung 34 mit einer Rücklauftemperatur TR zum BHKW 10 zurück (Strömungsrichtung 52). Die Steuerung der Kesselanlage erfolgt über Temperaturfühler TC in Abhängigkeit der Außen-

temperatur TA oder des Temperaturniveaus T7, die auf eine Folgeschaltung 44 für die Wärmeerzeuger arbeiten.

Innerhalb des BHKW 10 sind die Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn mit dem Regelspeicher 41 über eine zweite Vorlaufleitung 25 und eine zweite Rücklaufleitung 26 hydraulisch parallel geschaltet und bilden einen BHKW-Kreis. Gleichzeitig sind die Wärmeverbraucher 31 mit dem Regelspeicher 41 und einer hydraulischen Weiche 42 hydraulisch parallel oder in Reihe geschaltet und bilden einen Verbraucherkreis. Der Regelspeicher 41 befindet sich so im Rücklauf der Anlage vor dem Eintritt des rücklaufenden Wassers in die Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn. Er übernimmt bei dieser Einbindung die Funktion eines Wärmespeichers, aber auch die Funktion für die Folgeschaltung der Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn, ferner die Entkopplung des BHKW-Kreises von dem Wärmeverbraucherkreis in Form einer hydraulischen Weiche. Die Spitzenlastkessel k1 ... Kn sind mittels einer dritten Vorlaufleitung 23 und einer dritten Rücklaufleitung 24 über die hydraulischen Weiche 42 so eingebunden, daß sie ihrerseits vom übrigen System hydraulisch entkoppelt sind.

Auf diese Weise ist sichergestellt, daß die Spitzenlastkessel K1 ... Kn als Wärmeerzeuger nicht auf den Regelspeicher 41 "fahren". Ein "Überfahren" des Regelspeichers 41 und die damit verbundene unerwünschte Abschaltung der Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn wird damit vermieden. Zusätzlich ist durch die spezielle Einbindung der Wärmeerzeuger wahlweise ein "niedriges" oder "hohes" Heizwasser-Temperaturniveau (Vorlauftemperatur TV) möglich. Die genannte Einbindung der Wärmeerzeuger ermöglicht durch die totale Entkopplung der hydraulischen Systeme bei entsprechender Regelung den problemlosen und sicheren Betrieb aller beim BHKW-Einsatz möglichen Betriebsarten. Kritische Betriebszustände mit der Folge unerwünschten Abschaltens einzelner Module können damit sicher ausgeschlossen werden.

Sowohl die Spitzenlastkessel K1 ... Kn als auch die Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn haben jeweils eigene Pumpen 11, 14 bzw. 17, 20, sowie 2-Wege-Ventile 12, 15 bzw. 18, 21 mit Bypassleitungen 13, 16 bzw. 19, 22, mittels derer die Kessel bzw. Module angefahren werden können.

Innerhalb des BHKW richten sich Funktion und Regelung der Anlagenteile nach den einzelnen Betriebsfällen, die nachfolgend beschrieben werden sollen:

1. Betriebsfall: Wärmevorrang

In diesem Betriebsfall wird eine erste konstante Vorlauftemperatur TV1 von z. B. 90°C gefordert. Die Zwischentemperatur TZ am Ausgang der Stromerzeugungsmodule beträgt dann ebenfalls 90°C, die Rücklauftemperatur TR dagegen z. B. 70°C. Die Wärme wird in diesem Fall von den Stromerzeugungsmodulen M1 ... Mn erzeugt und über die Strömungsrichtungen 48, 47 und 45 direkt an den Wärmeverbraucher 31 abgegeben. Entspricht die erzeugte Wärmeleistung der momentanen Verbraucherleistung (Wärmeleistung BHKW = Verbraucherleistung), wird der Regelspeicher 41 weder be- noch entladen, d. h., in den Strömungsrichtungen 49 findet kein Fluß statt.

2. Betriebsfall: Wärmevorrang

Auch hier gilt die Forderung TV1 = const. des Be-

triebsfalls (1). Im Unterschied zum Betriebsfall (1) ist hier die in den Stromerzeugungsmodulen M1 ... Mn erzeugte Wärmeleistung größer als die momentane Verbraucherleistung (Wärmeleistung BHKW > Verbraucherleistung). Mit der überschüssigen Wärme wird nun der Regelspeicher 41 in der Strömungsrichtung 49 (Pfeil nach unten) beladen. Erreicht die Grenzschicht zwischen warmem und kaltem Wasser im Regelspeicher 41 das Niveau T6, schaltet ein Modul ab, bis die Grenzschicht das Niveau T1 wieder erreicht. Bei erhöhtem Bedarf schaltet das Modul wieder zu.

3. Betriebsfall: Wärmevorrang

Auch hier gilt die Forderung $TV1 = \text{const.}$ der Betriebsfälle (1) und (2). Im Unterschied zu diesen Betriebsfällen ist jedoch die in den Stromerzeugungsmodulen M1 ... Mn erzeugte Wärmeleistung kleiner als die Verbraucherleistung (Wärmeleistung BHKW < Verbraucherleistung). Um das Defizit an erzeugter Wärme auszugleichen, wird zunächst der Regelspeicher 41 entladen. Erreicht die Grenzschicht im Regelspeicher das Niveau T1 (vollständige Entladung), wird der erste der Spitzenlastkessel K1 ... Kn in Reihe zugeschaltet (Strömungsrichtung 46). Eine stufenlose Brennerregelung innerhalb des Kessels sorgt hierbei für das optimale Angebot an Wärmeleistung.

4. Betriebsfall: Wärmevorrang

Diesem Betriebsfall liegt eine Forderung nach einer zweiten Vorlauftemperatur TV2 zugrunde, welche deutlich größer ist als die übliche Vorlauftemperatur TV1 ($TV2 > TV1$), also z. B. 110°C statt 90°C beträgt. Die notwendige Temperaturerhöhung wird in diesem Fall durch eine Reihenschaltung der BHKW-Module M1 ... Mn und der Spitzenlastkessel K1 ... Kn erreicht, d. h. die Spitzenlastkessel K1 ... Kn werden den Modulen M1 ... Mn nachgeschaltet. Der Regelspeicher 41 wird hierbei "kalt" durchströmt. Die Zwischentemperatur TZ bleibt dabei auf dem Niveau der ersten Vorlauftemperatur TV1, d. h. auf den beispielhaften 90°C .

5. Betriebsfall: Stromvorrang

In diesem Fall werden ausschließlich die Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn nach Maßgabe der gewünschten elektrischen Leistung betrieben. Kann die dabei von den Modulen erzeugte Wärme nicht vollständig vom Wärmeverbraucher abgenommen werden, wird zunächst der Regelspeicher 41 beladen. Ist der Regelspeicher voll, muß die überschüssige Wärme über die Notkühleinrichtung 37, 39, 40 abgeführt werden, die mittels der temperaturgesteuerten Ventile 35 und 38 in die zweite Rücklaufleitung 26 eingeschaltet und über das Regelventil 36 gesteuert wird.

Insgesamt ergibt sich durch die erfindungsgemäße Art der Einbindung der Wärmeerzeuger in das BHKW-Gesamtsystem ein problemloser und sicherer Betrieb in allen beim BHKW-Einsatz vorkommenden Betriebsarten.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform, bei der im wesentlichen die gleichen Bezugszeichen verwendet wurden wie in Fig. 1, erfolgt die Auskopplung der Wärme aus dem Stromerzeugungsmodul Mn auf zwei unterschiedlichen Temperaturniveaus, und zwar über die Vorlaufleitung 25 in den Regelspeicher 41 als Niedertemperaturspeicher und über die Vorlaufleitung

53 in den Regelspeicher 54 als Hochtemperaturspeicher. Das Hochtemperaturniveau wird im Winter genutzt u. a. für Heizzwecke. Für den Sommerbetrieb ist eine Vorlaufleitung 55 zur Zuführung der Wärme zu einer Absorptionskältemaschine 56 vorgesehen.

Bei einem aufgeladenen Gasverbrennungsmotor wird der Niedertemperaturkreislauf versorgt von den hintereinander geschalteten Wärmeübertragern 57 für die Brennstoff-/Luftgemisch- und/oder Ölkühlung. Der Hochtemperaturkreislauf wird andererseits versorgt von den hintereinander geschalteten Wärmeübertragern für die Kühlwasser- und die Abgaswärmekühlung 58, 59. Hierbei beträgt die Wärmeleistung mit dem Hochtemperaturniveau ca. 85% der insgesamt ausgekoppelten Wärmeleistung. Das 2-Kreisssystem erhält je Kreislauf eine Speichereinrichtung 41, 54.

Sollte sowohl im Winter- als auch im Sommerbetrieb dem Hochtemperaturkreis zu wenig Wärme entnommen werden — dies gilt insbesondere für den Sommerbetrieb — muß die Wärme anderen Verbrauchern zugeführt werden. Auf keinen Fall darf die Rücklaufftemperatur am Eintritt in das oder die Stromerzeugungsmodule Mn mehr als 70°C betragen. Ein Teil des Rücklaufmassenstroms, der nicht in dem Modul Mn benötigt wird, durchströmt dann den Niedertemperaturspeicher und den Hochtemperaturspeicher 54 hintereinander, und der Wärmeinhalt im Hochtemperaturspeicher 54 wird über die hydraulische Weiche 42 dem Fernheizvorlauf 28 zugeführt.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß das BHKW in einer gleitenden Fahrweise betrieben wird. Hierzu verbindet für eine alternative Regelung optional die Bypassleitung 60 (nur gestrichelt eingezeichnet) die Vorlaufleitung 28 mit der Rücklaufleitung 34, wobei im Ankopplungspunkt an die Vorlaufleitung 28 ein 2-Wege-Ventil 61 vorgesehen ist.

Die Hochtemperatur- und Niedertemperaturspeicher 41, 54 dienen sowohl der Wärmespeicherung als auch der Nutzung als hydraulische Weiche zur Entkopplung des BHKW-Kreises (Wärmeerzeugerkreis) von den Wärmeverbraucherkreisen. Der Hochtemperaturspeicher 54 übernimmt hierbei zusätzlich die Aufgabe der An- und Abschaltung von BHKW-Modulen Mn in Abhängigkeit der jeweiligen Last.

Wird Netzersatz und Netzstrombetrieb gefordert, ist im Hochtemperaturkreis zusätzlich eine in der Zeichnung nicht dargestellte Notkühleinrichtung vorzusehen, die die überschüssige Wärme unverzüglich an die Außenluft oder sonstige Verbraucher mit niedrigerem Temperaturniveau überträgt.

Es ergeben sich bei dieser Ausführungsform des BHKW im wesentlichen folgende einzelne Betriebsfälle:

1. Betriebsfall: Wärmevorrang

Hier wird der Sommerfall mit Kältebedarf und Warmwasserbereitung gesteuert. Es erfolgt dabei ein Betrieb der Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn so, daß die Wärmeleistung der Verbraucherleistung entspricht. Der Niedertemperaturspeicher 41 wird warm durchströmt, bei Bedarf erfolgt eine Niedertemperatur-Notkühlung; das Niedertemperatur-Niveau wird nicht genutzt. Der Hochtemperaturspeicher 54 wird weder noch entladen. In diesem Betriebsfall wird eine konstante Vorlauftemperatur TV1 von z. B. 110°C oder größer gefordert. Die Temperatur bei Austritt aus einem Verbraucherkreis beträgt dann z. B. zwischen 70°C und

30°C, so daß die Rücklaufftemperatur TR dann z. B. 60°C beträgt. Die Wärme wird in diesem Fall von den Stromerzeugungsmodulen M1 ... Mn erzeugt und an den Wärmeverbraucher 31 und an die Absorptionskältemaschine 56 mit TV1 (110°C) abgegeben. Dabei werden z. B. 4% der Wärme im Gemisch-Kühler und/oder Ölkühler mit z. B. 70°C erzeugt und dem Niedertemperaturkreis HT zugeführt, während 47% im Abgaswärmetauscher mit z. B. 110°C erzeugt und dem Hochtemperaturkreis HT zugeführt werden, so daß die Wärme dann dem Wärmeverbraucher 31 und der Absorptionskältemaschine 56 zufließt.

2. Betriebsfall: Wärmeverrang

Hier wird der Sommerfall mit Kältebedarf und Warmwasserbereitung gesteuert, wobei die Wärmeleistung der Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn größer ist als der Wärmeverbrauch. Hier erfolgt die Steuerung wie beim 1. Betriebsfall, jedoch wird mit der überschüssigen Wärme der Hochtemperaturspeicher 54 in Strömungsrichtung 62 beladen. Erreicht die Grenzschicht zwischen warmem und kaltem Wasser im Speicher 54 das Niveau T6, schaltet ein Modul M1 ... Mn ab, bis die Grenzschicht das Niveau T1 wieder erreicht. Dann wird das Modul wieder zugeschaltet. Das Niedertemperaturniveau wird nicht genutzt.

3. Betriebsfall: Wärmeverrang

Hier wird der Winterfall mit Wärmebedarf gesteuert. Auch hier gilt die Forderung TV1 = konst. der Betriebsfälle 1. und 2. Dabei entspricht die Wärmeleistung der Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn der Verbraucherleistung. Das niedrige Temperaturniveau NT wird zur Vorwärmung des HT-Kreises genutzt. Der Hochtemperaturspeicher 54 wird weder be- noch entladen.

4. Betriebsfall: Wärmeverrang

Hier wird der Winterfall mit Wärmebedarf gesteuert, wobei die Wärmeleistung der Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn größer ist als die Verbraucherleistung. Mit der überschüssigen Wärme wird nur der Hochtemperaturspeicher 54 in Strömungsrichtung 62 beladen. Erreicht die Grenzschicht zwischen warmem und kaltem Wasser in Speicher 54 das Niveau T6, schaltet wie in Betriebsfall 2 ein Modul ab und bei Erreichen von T1 wieder zu. Das niedrige Temperaturniveau NT wird teilweise genutzt.

5. Betriebsfall: Wärmeverrang

Hier wird der Winterfall mit Wärmebedarf gesteuert, wobei die Wärmeleistung der Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn geringer ist als die Verbraucherleistung (Wärmeleistung BHKW < Verbraucherleistung). Um das Defizit an erzeugter Wärme auszugleichen, werden zunächst die Regelspeicher 41, 54 entladen. Erreicht die Grenzschicht im Regelspeicher 54 das Niveau T1 (vollständige Entladung) und/oder sinkt die Temperatur T7 z. B. unter 110°C, wird der erste der Spitzenlastkessel K1 ... Kn in Reihe zugeschaltet. Eine stufenlose Brennerregelung innerhalb des Kessels sorgt hierbei für das optimale Angebot an Wärmeleistung. Wenn das Niveau T2 im Hochtemperaturspeicher 54 erreicht wird, wird der zuletzt eingeschaltete Kessel wieder abgeschaltet (T2 liegt kurz unter T1). Wenn T7 wieder 110°C erreicht,

werden alle Kessel abgeschaltet.

5. Betriebsfall: Stromvorrang

In diesem Fall werden ausschließlich die Stromerzeugungsmodule M1 ... Mn nach Maßgabe der gewünschten elektrischen Leistung betrieben. Kann die dabei von den Modulen erzeugte Wärme nicht vollständig vom Wärmeverbraucher abgenommen werden, werden zunächst die Regelspeicher 41, 54 beladen. Sind die Regelspeicher voll, muß die überschüssige Wärme über die Notkühleinrichtung 37, 39, 40 abgeführt werden, die mittels der temperaturgesteuerten Ventile 35 und 38 in die zweite Rücklaufleitung 26 eingeschaltet und über das Regelventil 36 gesteuert wird. Außerdem ist eine zusätzliche Notkühleinrichtung (nicht dargestellt) im Hochtemperaturkreis vorzusehen.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel entspricht der grundsätzliche Aufbau und die Betriebsweise dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2. Um die Wärme in dem Niedertemperaturkreislauf ausschließlich für Trinkwassererwärmungsanlagen zu nutzen, sind hydraulisch zwei getrennte Heizkreise vorzusehen. Zur Lenkung der Wasserströme sind Umschaltorgane erforderlich. Hiermit ist ein zusätzlicher regeltechnischer Aufwand notwendig, um z. B. bei nicht ausreichendem Wärmeangebot für die Trinkwassererwärmungsanlage zusätzlich Energie aus dem Hochtemperaturkreislauf zu nutzen. Die Regelung auf der Abnehmerseite muß so gestaltet sein, daß es zu keiner unzulässigen Rücklauf-temperaturerhöhung kommt, z. B. Differenzdruckloser Anschluß (Drosselregelung statt Bypassregelung).

Insgesamt ergibt sich durch die erfindungsgemäße Art der Einbindung der Wärmeerzeuger in das BHKW-Gesamtsystem ein problemloser und sicherer Betrieb in allen beim BHKW-Einsatz vorkommenden Betriebsarten.

Bezugszeichenliste

- 10 Blockheizkraftwerk (BHKW)
- 11, 14 Pumpe (Kessel)
- 12, 15 2-Wege-Ventil (Kessel)
- 13, 16 Bypassleitung (Kessel)
- 17, 20 Pumpe (Stromerzeugungsmodul)
- 18, 21 2-Wege-Ventil (Stromerzeugungsmodul)
- 19, 22 Bypassleitung (Stromerzeugungsmodul)
- 23 Vorlaufleitung (Kessel)
- 24 Rücklaufleitung (Kessel)
- 25 Vorlaufleitung (Stromerzeugungsmodul)
- 26 Rücklaufleitung (Stromerzeugungsmodul)
- 27 Verbindungsleitung
- 28 Vorlaufleitung (BHKW)
- 29 Verteilung (Vorlauf)
- 30 Pumpe (Wärmeverbraucher)
- 31 Wärmeverbraucher
- 32 Regelventil (Wärmeverbraucher)
- 33 Sammelleitung (Rücklauf)
- 34 Rücklaufleitung (BHKW)
- 35, 38 Ventil
- 36 Regelventil (Notkühleinrichtung)
- 37 Pumpe (Notkühleinrichtung)
- 39 Wärmetauscher
- 40 Kühlvorrichtung
- 41 Regelspeicher
- 42 hydraulische Weiche
- 43 Pumpe (Vorlaufleitung)
- 44 Folgeschaltung

45, 46, 47, 48, 49 Strömungsrichtung
 50, 51, 52 Folgeschaltung
 53 Vorlaufleitung
 54 Regelspeicher
 55 Vorlaufleitung
 56 Absorptionskältemaschine
 57, 58, 59 Wärmetauscher
 60 Bypassleitung
 61 2-Wege-Ventil
 62 Strömungsrichtung
 K1 ... Kn Spitzenlastkessel
 M1 ... Mn Stromerzeugungsmodul
 TR Rücklaufftemperatur
 TV Vorlaufttemperatur
 TZ Zwischentemperatur.

Patentansprüche

1. Blockheizkraftwerk (10) zur wahlweisen Erzeugung von Strom und Abgabe von Wärme an einen oder mehrere Wärmeverbraucher (31), welche an das Blockheizkraftwerk (10) angeschlossen sind, welches Blockheizkraftwerk (10) wenigstens ein Wärme abgebendes Stromerzeugungsmodul M1 ... Mn) und wenigstens einen Spitzenlastkessel K1 ... Kn) sowie wenigstens einen Regelspeicher (41) zur Zwischenspeicherung überschüssiger Wärme und Regelung des Wärmerflusses umfaßt, wobei das wenigstens eine Stromerzeugungsmodul M1 ... Mn) dem Regelspeicher (41) hydraulisch parallel geschaltet ist und mit ihm zusammen einen Wärmeerzeugerkreis bildet, und wobei der Regelspeicher (41) mit dem oder den Wärmeverbraucher(n) (31) hydraulisch parallel oder in Reihe geschaltet ist und mit ihm zusammen einen Wärmeverbraucherkreis bildet, welcher durch den Regelspeicher (41) vom Wärmeerzeugerkreis hydraulisch entkoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der wenigstens eine Spitzenlastkessel K1 ... Kn) zur hydraulischen Entkopplung vom übrigen System des Blockheizkraftwerkes über eine hydraulische Weiche (42) in den Wärmeerzeugerkreis und den Wärmeverbraucherkreis hydraulisch parallel oder in Reihe einschaltbar ist.

2. Blockheizkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Wärmeerzeugerkreis ein erster Regelspeicher (41) und im Wärmeverbraucherkreis ein zweiter Regelspeicher (54) eingebunden ist.

3. Blockheizkraftwerk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeerzeuger (M1, ... Mn) so mit dem ersten Regelspeicher (41) verschaltet sind, daß der Regelspeicher (41) von deren Medium von oben nach unten durchströmt wird, daß die Wärmeverbraucher (31) so mit dem zweiten Regelspeicher (54) verschaltet sind, daß der Regelspeicher von deren Medium von unten nach oben durchströmt wird.

4. Blockheizkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Wärmeverbraucher (31) über eine erste Vorlaufleitung (28) und eine erste Rücklaufleitung (34) mit dem Blockheizkraftwerk (10) verbunden ist bzw. sind, daß das wenigstens eine Stromerzeugungsmodul M1 ... Mn) über eine zweite Vorlaufleitung (25) und eine zweite Rücklaufleitung (26) mit dem Regelspeicher (41) verbunden ist, daß die zweite Rücklaufleitung (26) an die erste Rücklaufleitung

(34) angeschlossen ist, daß der wenigstens eine Spitzenlastkessel (K1 ... Kn) über eine dritte Vorlaufleitung (23) an die erste Vorlaufleitung (28) und über eine dritte Rücklaufleitung (24) an die zweite Vorlaufleitung (25) angeschlossen ist, und daß zwischen der dritten Vorlaufleitung (23) und der dritten Rücklaufleitung (24) die hydraulische Weiche (42) zur hydraulischen Entkopplung des wenigstens einen Spitzenlastkessels (K1 ... Kn) vom übrigen System angeordnet ist.

5. Blockheizkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelspeicher (41) als Speicher ausgebildet ist, welcher von einer Seite her beladen und zu dieser Seite wieder entladen wird, und daß am Regelspeicher (41) Vorrichtungen vorgesehen sind, welchen den Beladungsgrad des Speichers messen und überwachen.

6. Blockheizkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Wärmeerzeugerkreis zur Abführung überschüssiger Wärme eine Notkühleinrichtung (36, 37, 39, 40) vorgesehen ist.

7. Blockheizkraftwerk nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Notkühleinrichtung (36, 37, 39, 40) wahlweise zwischen dem wenigstens einen Stromerzeugungsmodul (M1 ... Mn) und dem Regelspeicher (41) in die zweite Rücklaufleitung (26) eingeschaltet werden kann.

8. Blockheizkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Spitzenlastkessel (K1 ... Kn) und mehrere Stromerzeugungsmodul (M1 ... Mn) vorgesehen sind, und daß die Spitzenlastkessel (K1 ... Kn) und die Stromerzeugungsmodul (M1 ... Mn) jeweils hydraulisch parallel oder in Reihe, hydraulisch jedoch entkoppelt, geschaltet sind.

9. Blockheizkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Regelspeicher (41) ein Niedertemperaturspeicher und der zweite Regelspeicher (54) ein Hochtemperaturspeicher mit einer Speichertemperatur von über 100°C ist.

10. Verfahren zum Betrieb eines Blockheizkraftwerkes (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß im wärmegeführten Betrieb bei einer Wärmeabgabe an den Wärmeverbraucher (31) mit einer konstanten ersten Vorlauftemperatur (TV1);

a) die von den Stromerzeugungsmodulen (M1 ... Mn) erzeugte Wärme direkt an den Wärmeverbraucher (31) abgegeben wird, wenn die Wärmeleistung der Stromerzeugungsmodul (M1 ... Mn) gleich der Verbrauchsleistung des Wärmeverbrauchers (31) ist;

b) die von den Stromerzeugungsmodulen (M1 ... Mn) erzeugte Wärme teilweise an den Wärmeverbraucher (31) abgegeben und teilweise zur Aufladung des mindestens einen Regelspeichers (41) verwendet wird, wenn die Wärmeleistung der Stromerzeugungsmodul (M1 ... Mn) größer als die Verbrauchsleistung des Wärmeverbrauchers (31) ist; und

c) zusätzlich zu der von den Stromerzeugungsmodulen (M1 ... Mn) erzeugten Wärme zunächst Wärme aus dem mindestens einen Regelspeicher (41) entnommen und an den Wärmeverbraucher (31) abgegeben wird, und nach Entleerung des Regelspeichers (41) sukzessive

Spitzenlastkessel (K1 ... Kn) in Reihe zugeschaltet werden, wenn die Wärmeleistung der Stromerzeugungsmodul (M1 ... Mn) kleiner als die Verbrauchsleistung des Wärmeverbrauers (31) ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer die Verbrauchsleistung des Wärmeverbrauers (31) übersteigenden Wärmeleistung der Stromerzeugungsmodul (M1 ... Mn) wahlweise Stromerzeugungsmodul (M1 ... Mn) abgeschaltet werden, wenn der oder die Regelspeicher (41) gefüllt ist bzw. sind, und zugeschaltet werden, wenn der Füllgrad des oder der Regelspeicher (41) wieder sinkt.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Zuschalten von Spitzenlastkesseln (K1 ... Kn) die Wärmeleistung der zugeschalteten Spitzenlastkessel über eine stufenlose Brennerregelung auf den Bedarf eingeregelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erreichen einer zweiten Vorlauftemperatur (TV2), welche größer ist als die erste Vorlauftemperatur (TV1), den Stromerzeugungsmodulen (M1 ... Mn) zwecks Temperaturerhöhung Spitzenlastkessel (K1 ... Kn) nachgeschaltet werden.

14. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß im stromgeführten Betrieb in den Stromerzeugungsmodulen (M1 ... Mn) erzeugte Wärme, welche vom Wärmeverbraucher (31) nicht abgenommen wird, zunächst zum Beladen des Regelspeichers (41) verwendet und bei vollem Regelspeicher (41) extern über eine Notkühleinrichtung (36, 37, 39, 40) abgeführt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

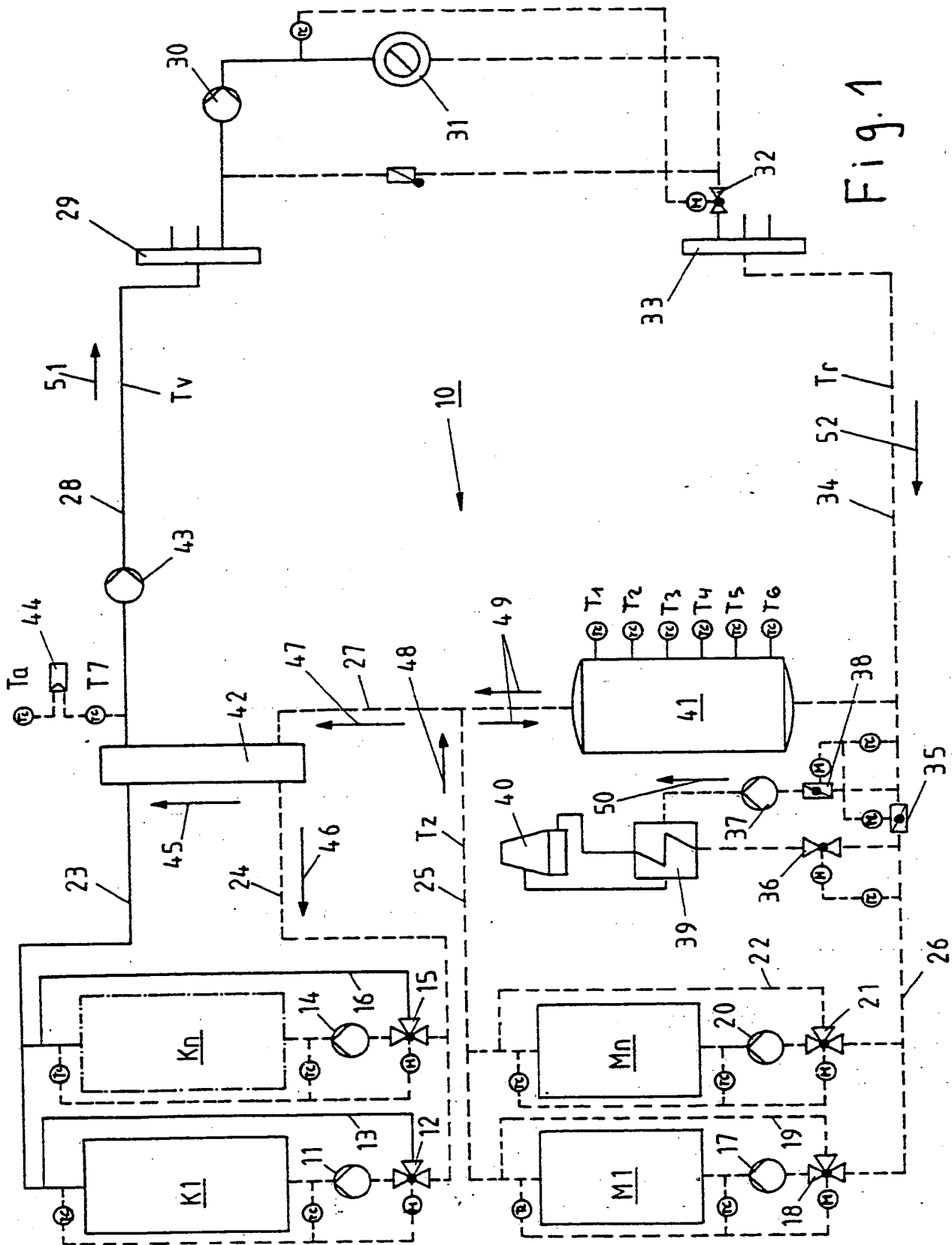


Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY

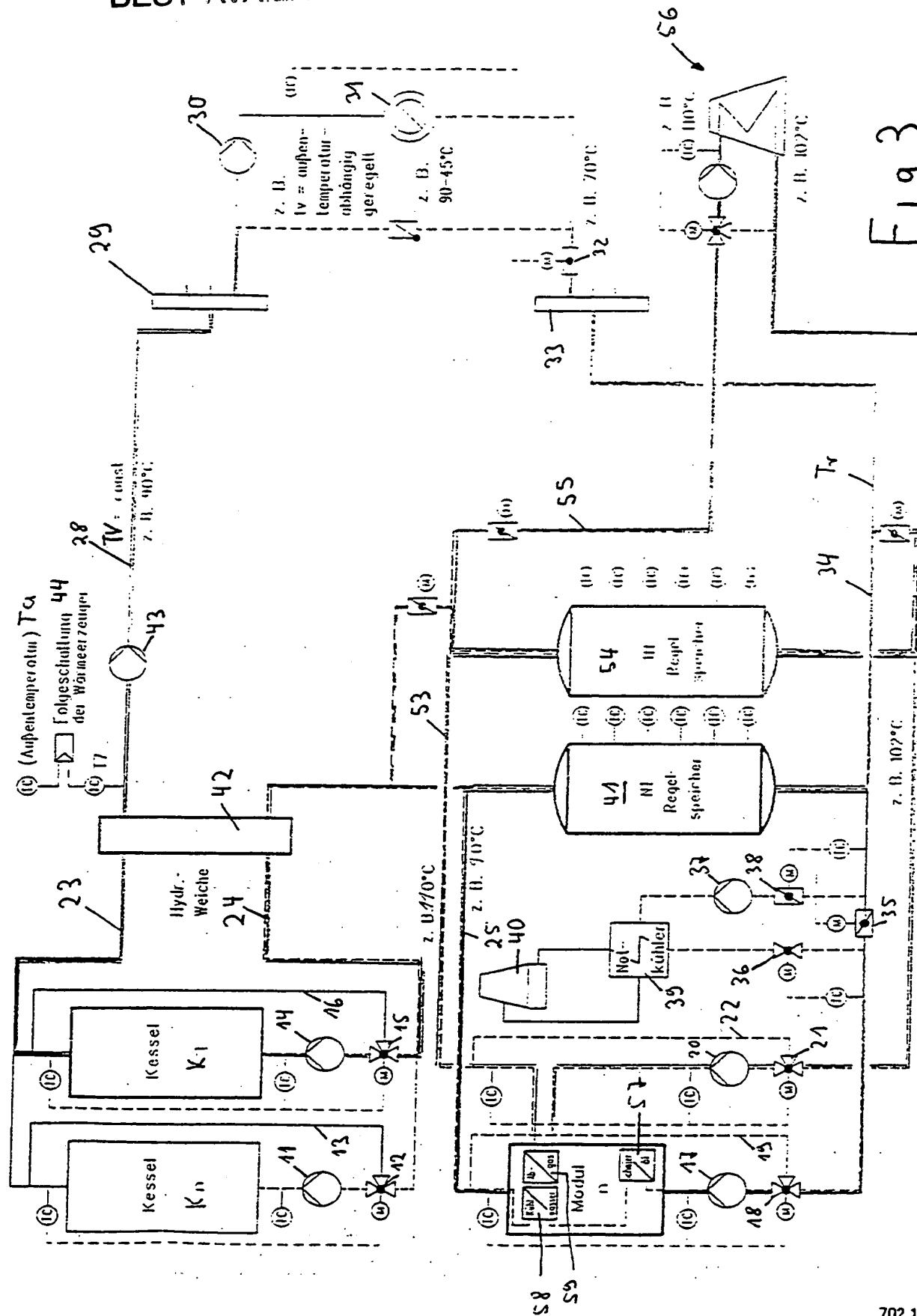


Fig. 3

BEST AVAILABLE COPY

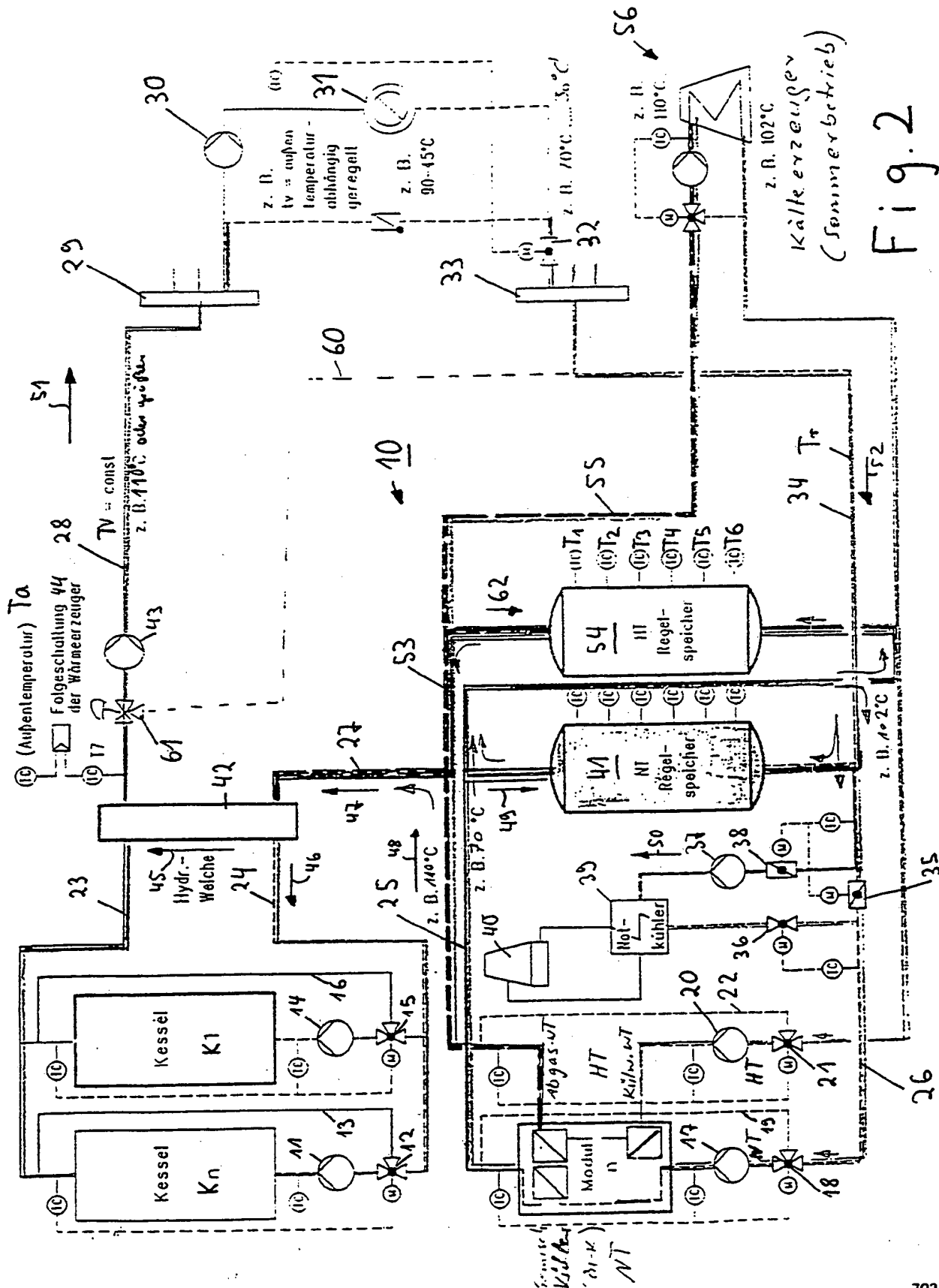


Fig. 2